



Бутик SIBA, Гетеборг, Швеция
AD300

– энергосбережение и комфорт

Открытые окна, двери или ворота являются основными источниками энергетических потерь в здании. Будь это нагретый или, наоборот, охлажденный воздух, при открытии того или иного проема он будет покидать помещение. То есть, будут теряться средства, которые вы затратили на нагрев или охлаждение этого воздуха.

Помимо экономического аспекта необходимо принимать во внимание и человеческий фактор. Персоналу, находящемуся поблизости от дверей, вряд ли понравятся постоянные сквозняки. Даже открытая форточка зимой может стать источником дискомфорта. А летом к потерям кондиционируемого воздуха добавятся проникающие запахи, пыль и насекомые.

Простым и эффективным средством борьбы со всеми этими бедами является установка воздушной завесы. Она становится как бы невидимой дверью, которая разделяет зоны с разной температурой. Внешний воздух не проникает внутрь, а внутренний не покидает помещение. Таким образом, сокращаются потери энергии и повышается уровень комфорта в зоне входа.



Без нагрева, с электрообогревом или с подводом горячей воды

Воздушные завесы Friso имеют общее название Thermozone. Модельный ряд воздушных завес перекрывает все возможные варианты спроса. Они обеспечивают энергосбережение и комфорт.

Концепция Thermozone® Оптимизация параметров воздушных завес

Более чем тридцатилетний опыт разработки воздушных завес с учетом специфики скандинавского климата стал той платформой, на базе которой создано последнее поколение воздушных завес, обладающих идеальным эффектом защиты. Концепция Thermozone определяет работу воздушных завес с надежным разделением сред с разной температурой в открытых проемах любых размеров.

Воздушные завесы Thermozone оптимизированы по следующим параметрам:

- Структура воздушного потока
- Эффективность
- Уровень шума

Структура воздушного потока

Оказалось, что компоновка завесы, тип рабочего колеса вентилятора, геометрия проточной части существенно влияют на характеристики потока. Чем совершенней завеса, тем ниже турбулентность потока и, следовательно, ниже уровень шума. Воздушная струя более устойчива и таким образом выше эффект защиты. С помощью нашей акустико-динамической лаборатории были получены данные, которые позволили получить оптимальные соотношения основных характеристик воздушной завесы.

Эффективность

Скорость и импульс воздушной струи являются

определяющими факторами эффективности работы воздушной завесы. Существуют различные точки зрения на соотношение этих величин. Бытует мнение, что чем выше начальная скорость, тем выше эффективность. Это не совсем так, поскольку возрастают внутренние потери в потоке и увеличивается уровень шума. Результаты испытаний завес нового поколения дают основания полагать, что нашим специалистам удалось найти наилучшее сочетание скорости и импульса.

Уровень шума

Снижение шума всегда было одной из основных задач специалистов Frico при разработке нового оборудования. Характеристики рабочего колеса вентилятора, оформление проточной части завесы и формируемая ими структура потока выбирались исходя из минимума шумности при заданном расходе. Напомним, что уровень шума наряду с освещенностью и нормами вентиляции является одним из основных показателей эргономичности. Требования к шумовым показателям оборудования постоянно ужесточаются и поэтому оборудование Frico должно обладать наилучшими характеристиками, в том числе и по уровню шума. Более подробно о природе звука и его восприятии см. стр. 186.

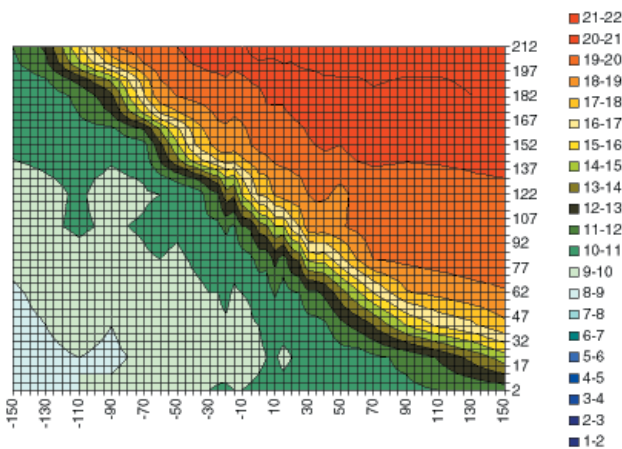
Некоторые примеры и результаты испытаний, иллюстрирующие технологию Thermozone, приведены на последующих страницах.



Невидимая дверь

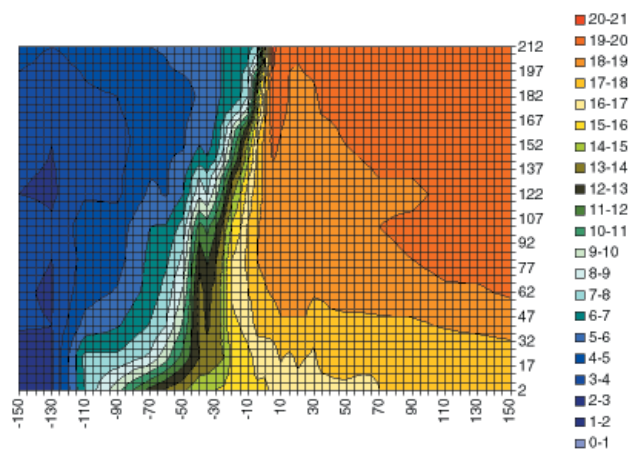
Для примера была взята холодная секция замороженных продуктов, выделенная в отдельное помещение с открытым входом в большом супермаркете с нормальной комнатной температурой. Для понимания процессов, происходящих на границе зон, были выполнены контрольные замеры для различных условий. Они выявили следующую картину распределения температур и перетечек воздуха через открытый проем.

Той или иной температуре присваивался свой цвет. От темно-синего для самой низкой в «холодном» помещении, до темно-красного для самой высокой в «теплом». По горизонтальной оси отложено расстояние в сантиметрах в обе стороны от проема. По вертикальной – вверх от пола. Справа от диаграмм приводится шкала соответствия цвета и температуры.



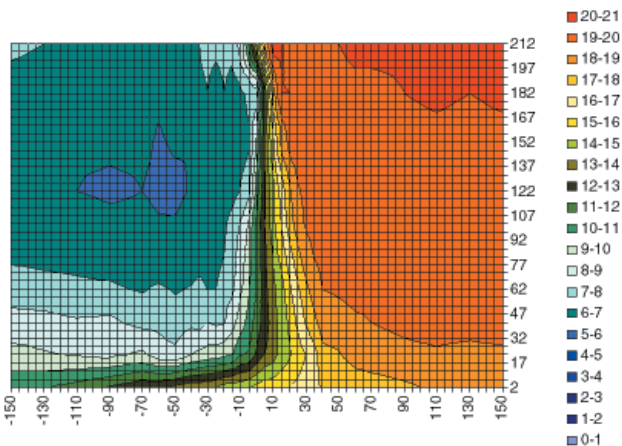
Проемы без воздушной завесы

Можно видеть как воздух проникает внутрь помещения через нижнюю часть проема, а теплый покидает помещение через его верхнюю часть.



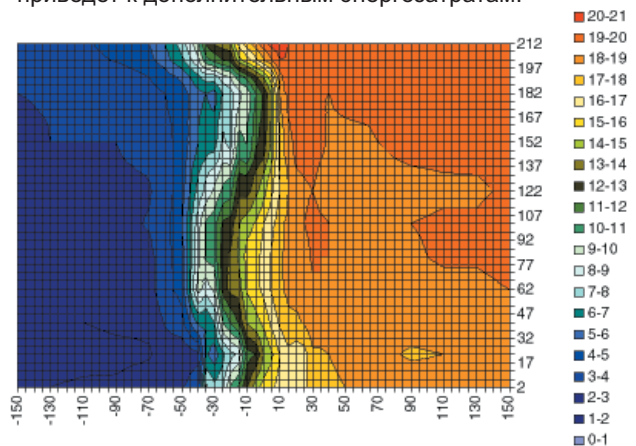
Проем с завесой. Неверно выставлено направление потока.

Если угол наклона потока недостаточен, то теплый воздух будет проникать в холодное помещение и это приведет к дополнительным энергозатратам.



Проем с завесой. Режим избыточной скорости.

Скорость потока является определяющим фактором эффективности работы завесы. В том случае, если она слишком высока, то часть воздуха из «теплого» помещения будет переноситься в «холодное», снижая эффект защиты.



Проем с правильно выбранной и настроенной воздушной завесой

Наблюдается четкое разделение зон с разной температурой. Воздухообмен между помещениями минимален.

Эксперимент производился с использованием завесы Thermozone ADA Cool, модель ADAC120, и выполнялся специалистами Технического Университета, г. Мальмо, Швеция.

Оптимизация расходных параметров

Разделить соседние зоны, которые отличаются только температурой, несложная задача.

Значительно более сложным является корректный учет внешних факторов, таких как ветровая нагрузка и разность давлений из-за разбаланса вентиляции (более подробно об этом на стр. 190-191). Нашей целью было найти такое соотношение между расходом воздуха и скоростью струи, которое обеспечивало бы наибольший эффект защиты проема. При этом результат должен достигаться без повышения уровня шума и турбулентности потока с минимальным потреблением энергии.

Лучший результат – с меньшими затратами.

Казалось бы, что самым простым способом, чтобы повысить расходно-скоростные характеристики завесы, было бы установить на завесу более производительные вентиляторы. Однако это влечет за собой увеличение потребляемой энергии, возрастание уровня шума, повышение веса, стоимости и т.д.

Оказалось, что того же результата по эффективности защиты можно достичь, если найти оптимальное соотношение скорости и расхода воздуха. Действительно, один и тот же объем воздуха можно выдувать с большей или меньшей скоростью

в зависимости от ширины щели. Причем, чем уже щель, тем выше начальная скорость, но больше и турбулентность потока, а стало быть возрастают внутренние потери связанные с рассеиванием струи. Таким образом, оптимальным, на наш взгляд, можно считать такое соотношение между расходом и скоростью, которое обеспечивало бы максимум эффекта защиты при минимальном уровне шума и энергопотреблении.

Испытания эффективности работы завес

Для оценки шиберующего эффекта были проведены полномасштабные испытания. Целью эксперимента было сравнить количество воздуха, проходящего через открытый проем без завесы и с завесой. Схема установки показана на рис.1. В смежных помещениях, соединенных проемом, имитировались реальные условия улицы и внутреннего помещения за счет создания разности давлений при помощи двух осевых вентиляторов, которые через воздуховоды перекачивали воздух из одного помещения в другое. Воздуховоды были оборудованы приборами для измерения расхода воздуха. Воздушная завеса располагалась горизонтально над проемом.

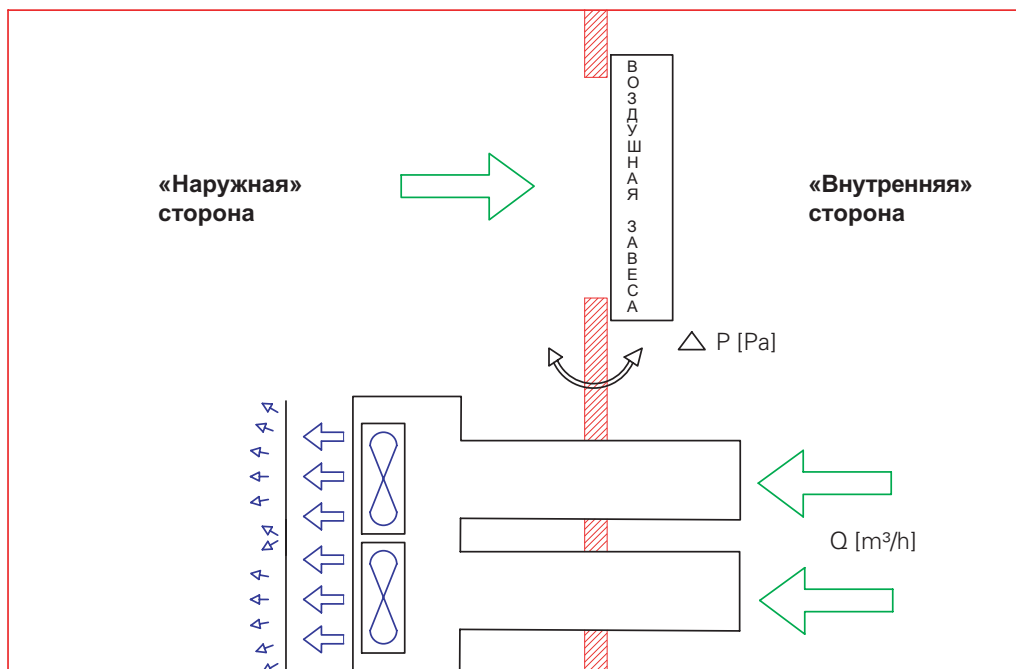


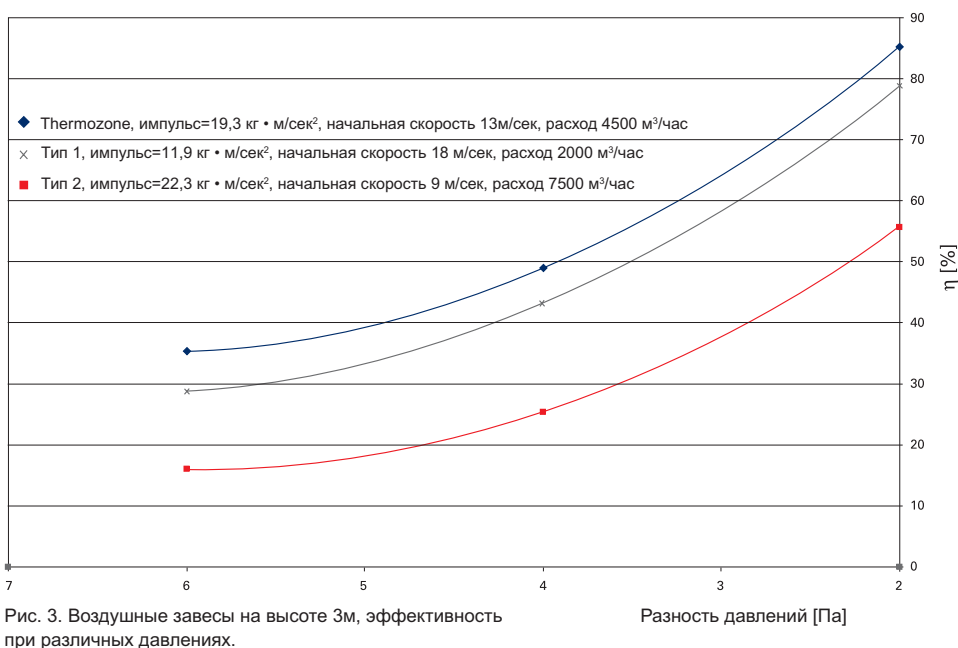
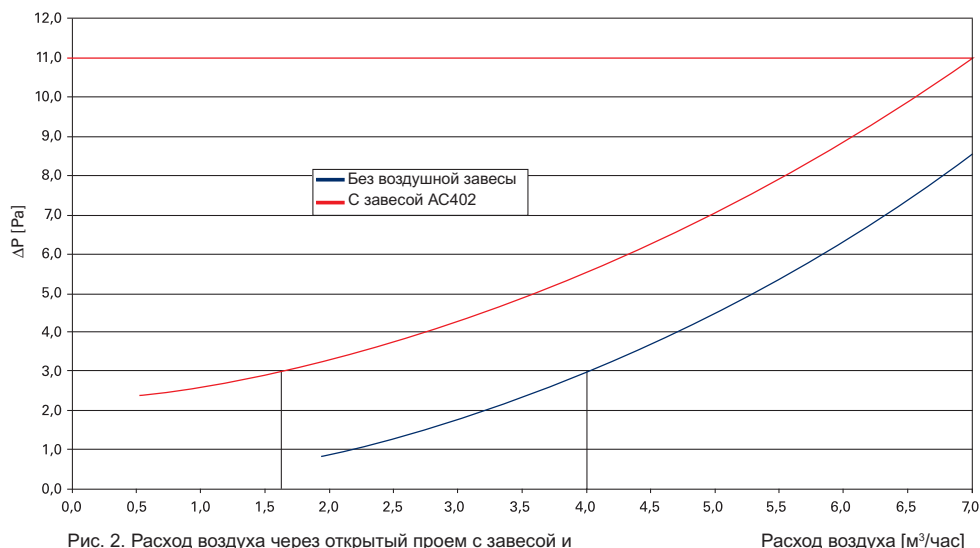
Рис. 1 Схема установки

После включения вентиляторов устанавливается режим, при котором воздух забирается из «внутреннего» помещения и точно такое же его количество затем проходит через открытый проем из «наружного» помещения. Меняя режим работы вентиляторов, мы можем изменять разность давлений между помещениями, начиная с самой минимальной. В процессе эксперимента информация о перепаде давлений и расходе воздуха заносилась в компьютер. В результате обработки данных были получены кривые, которые вы можете видеть на Рис.2. Из этих графиков наглядно видно, насколько снижаются перетечки воздуха через проем после установки воздушной завесы.

Пример: При перепаде давлений 3 Па расход воздуха через открытый проем составляет 4м³/сек; после установки завесы он снижается до 1,6м³/сек. Это дает нам возможность оценить

эффективность работы завесы. $(4-1,6)/4 \cdot 100 = 60\%$ - это та величина, на которую воздушная завеса снижает перетечки через проем. Помимо этого, мы можем определить сравнительную эффективность различных моделей при тех же условиях. На Рис.3 представлены результаты испытаний моделей различных типов. Тип 1. - завеса с небольшим расходом, но высокой начальной скоростью. Тип 2 - завеса со средним уровнем скорости и расхода. Тип.3 - завеса Thermozone с оптимизированными параметрами воздушного потока. Можно видеть, что последняя более эффективна по сравнению с моделью второго типа, несмотря на то, что ее начальный импульс был ниже на 13%.

Более подробно о процедуре измерений см. стр. 5.



Звук

Уровень звука наряду с освещенностью и нормами вентиляции является одним из основных показателей эргономичности. То, что мы обычно называем уровнем звука для того или иного оборудования на самом деле является величиной звукового давления, которое зависит от расстояния от источника звука, расположения источника звука и акустических свойств помещения. Это означает, что результирующий уровень звука будет определяться не только собственно оборудованием, чьи шумовые характеристики должны быть минимальны, но и свойствами окружающего пространства.

Что такое звук?

Звук представляет собой акустические колебания, исходящие от вибрирующего источника. Звуковая волна это перемещающаяся в пространстве последовательность участков сжатий и разрежений воздушной (или иной) среды. В различных средах звук распространяется с разной скоростью. Для воздуха скорость звука составляет 340 м/сек.

Как измеряется звук?

Уровень звука измеряется в децибеллах (дБ). Децибелл является логарифмической единицей, которой удобней оперировать при описании уровня звука. Если уровень звука возрастает на 10 дБ это означает, что он увеличился вдвое (математически это 6 дБ, но с учетом избирательности человеческого слуха –10 дБ). Полезно знать, как подсчитать уровень звука от нескольких источников. Например, если мы имеем два источника с одинаковым уровнем звука (шума), то суммарный уровень будет выше на 3дБ. Предположим, имеется установка из 4-х воздушных завес, каждая из которых имеет уровень шума 50дБ. Суммарный уровень шума от них составит 56дБ.

Звуковые показатели для различных источников в «дБ».

0	Порог слышимости человеческого уха
10	Дыхание человека
30	Рекомендуемый макс. уровень звука для спальни
40	Библиотека
50	Офис
60	Средний уровень звука при разговоре
80	Звонок телефона
85	Шумный ресторан
110	Громкий крик
120	Болевой порог

Основные понятия

Давление звука

Сила звука зависит от давления в звуковой волне и определяется интенсивностью источника.

Давление звука измеряется в Паскалях (Па). Для определения звукового давления используется логарифмическая шкала, построенная как разность между действительным уровнем звукового давления

и уровнем, соответствующим порогу слышимости. Уровень звука измеряется в децибеллах (дБ), где порог слышимости составляет 0дБ, а болевой предел 120дБ. Давление звука определяется расстоянием от источника и акустическими свойствами помещения.

Мощность звука

Мощность звука это энергия, испускаемая источником звука в единицу времени (Вт). Она рассчитывается через величину звукового давления также в логарифмической шкале. Звуковая мощность в данной точке не зависит от расположения источника звука и акустических свойств помещения, что значительно упрощает сравнение различных источников.

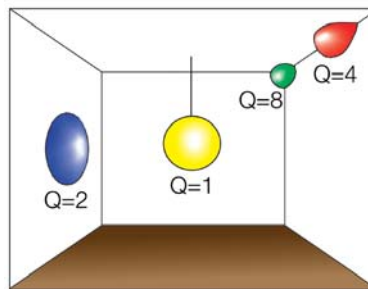
Частота

Акустические колебания возникают от механических колебаний источника звука. Число колебаний в секунду называется частотой. Она измеряется в единицах Герц (Гц).

Мощность и уровень давления звука

Если источник издает звук определенного уровня мощности, то на давление звука будут влиять следующие факторы:

1. Фактор направленности, Q
Учитывает неоднородную направленность звука от источника. См. рисунок.
2. Расстояние от источника до точки измерения
3. Эквивалентная площадь звукопоглощения
Способность поверхности поглощать звук может быть выражена через фактор поглощения «α», который может изменяться от 0 до 1. Величина 1 соответствует абсолютно поглощающей поверхности, а 0 - абсолютно отражающей. Площадь звукопоглощения подсчитывается умножением площади всех поверхностей на соответствующие факторы поглощения. Если известна мощность звука и фактор поглощения, то можно рассчитать величину давления звука.



Распространение звука от источника.

Q = 1	Центр комнаты
Q = 2	Стена или потолок
Q = 4	Угол между стеной и потолком
Q = 8	Угол между тремя плоскостями

Таблицы и диаграммы для расчетов

Основные формулы для расчета

Сила тока

Пост. ток и 1-фаз. переменный ток $\cos\varphi=1$	3-фазный перем. ток Y-подключение	3-фазный перем. ток Δ-подключение
$I=U/R=P/U$	$I_f=I$	$I=I_f \sqrt{3}$

Напряжение

Пост. ток и 1-фаз. переменный ток $\cos\varphi=1$	3-фазный перем. ток Y-подключение	3-фазный перем. ток Δ-подключение
$U=RI$	$U=U_f \sqrt{3}$	$U_f=U$

Мощность

Пост. ток и 1-фаз. переменный ток $\cos\varphi=1$	3-фазный перем. ток Y-подключение	3-фазный перем. ток Δ-подключение
$P=UI$	$P=\sqrt{3}UI\cos\varphi$	$P=\sqrt{3}UI\cos\varphi$

U = рабочее напряжение, В: для однофазного переменного тока между двумя проводниками, для трехфазного переменного тока между двумя фазами (не между фазой и нейтралью).

U_f = напряжение между фазой и нейтралью для трехфазной сети.

$\sqrt{3} \approx 1.73$


I = сила тока, А


I_f = фазовая сила тока, А


R = сопротивление, Ом


P = мощность, Вт

Исполнение по влагозащитности

 = стандартное (без символа), IPX0

 = каплезащищенное, IPX1

 = брызгозащищенное, IPX4

 = струезащищенное, IPX5

Классы защиты для электроприборов

IP, 1-ая цифра	Защита от твердых частиц
0	без защиты
1	диаметр больше 50 мм
2	диаметр больше 12,5 мм
3	диаметр больше 2,5 мм
4	диаметр больше 1,0 мм
5	пылезащищенное
6	пыленепроницаемое
IP, 2-ая цифра	Защита от проникновения воды
0	без защиты
1	падающие вертикально капли
2	падающие капли под углом 15°
3	падающие капли под углом до 60°
4	брызги
5	струи
6	мощные струи
7	временное погружение в воду
8	длительное погружение в воду

Подбор сечения кабелей и проводов

Подводящий кабель		Соединительные провода		
Сеч. [мм ²]	Предохр. [А]	Сеч. [мм ²]	Сила тока [А]	Предохр. [А]
1,5	10	0,75	6	10
2,5	16	1	10	10
4	20			
6	25	1,5	16	16
10	35	2,5	25	20
16	63	4	32	25
25	80	6	40	35
35	100	10	63	63
50	125			
70	160			
95	200			
120	250			
150	250			
185	315			
240	315			
300	400			
400	500			

Справочная таблица

Величина тока в зависимости от мощности и напряжения

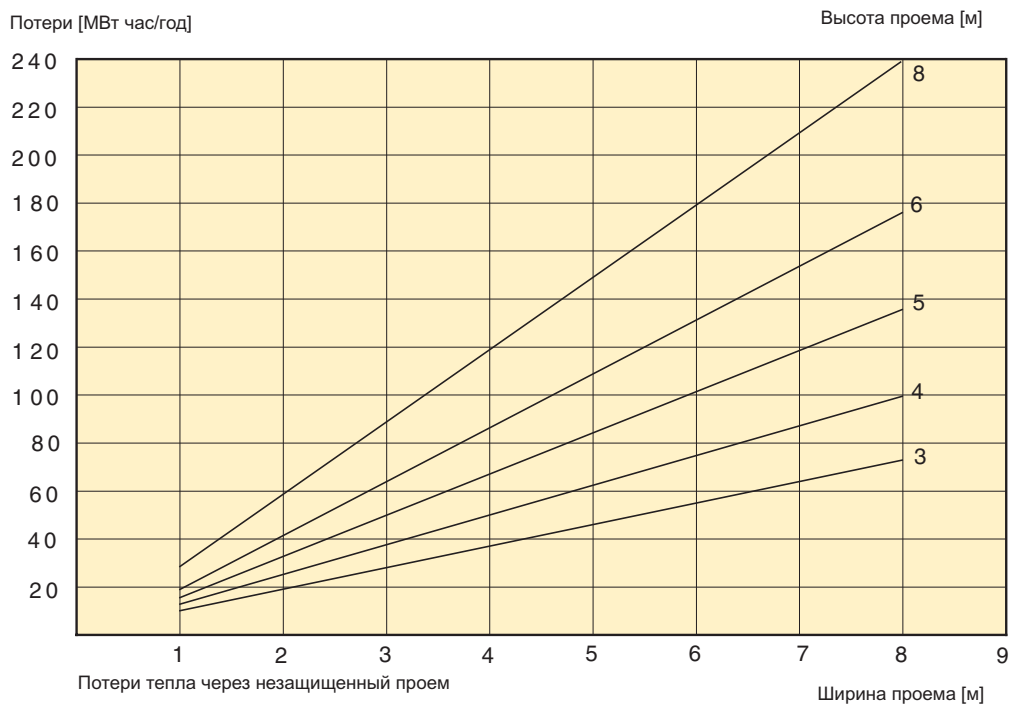
Мощность [кВт]	Напряжение [В]					
	127/1	230/1	400/1	230/3	400/3	500/3
1.0	7,85	4,34	2,50	2,51	1,46	1,16
1.1	8,65	4,78	2,75	2,76	1,59	1,27
1.2	9,45	5,22	3,00	3,02	1,73	1,39
1.3	10,2	5,65	3,25	3,27	1,88	1,50
1.4	11,0	6,09	3,50	3,52	2,02	1,62
1.5	11,8	6,52	3,75	3,77	2,17	1,73
1.6	12,6	6,96	4,00	4,02	2,31	1,85
1.7	13,4	7,39	4,25	4,27	2,46	1,96
1.8	14,2	7,83	4,50	4,52	2,60	2,08
1.9	15,0	8,26	4,75	4,78	2,75	2,20
2.0	15,8	8,70	5,00	5,03	2,89	2,31
2.2	17,3	9,67	5,50	5,53	3,18	2,54
2.3	18,1	10,0	5,75	5,78	3,32	2,66
2.4	18,9	10,4	6,00	6,03	3,47	2,77
2.6	20,5	11,3	6,50	6,53	3,76	3,01
2.8	22,0	12,2	7,00	7,03	4,05	3,24
3.0	23,6	13,0	7,50	7,54	4,34	3,47
3.2	25,2	13,9	8,00	8,04	4,62	3,70
3.4	26,8	14,8	8,50	8,54	4,91	3,93
3.6	28,4	15,7	9,00	9,05	5,20	4,15
3.8	29,9	16,5	9,50	9,55	5,49	4,39
4.0	31,15	17,4	10,0	10,05	5,78	4,62
4.5	35,4	19,6	11,25	11,31	6,50	5,20
5.0	39,4	21,7	12,50	12,57	7,23	5,78
5.5	43,3	23,9	13,75	13,82	7,95	6,36
6.0	47,3	26,1	15,0	15,1	8,67	6,94
6.5	51,2	28,3	16,25	16,3	9,39	7,51
7.0	55,0	30,4	17,50	17,6	10,1	8,09
7.5	59,0	32,6	18,75	18,8	10,8	8,67
8.0	63,0	34,8	20,0	20,1	11,6	9,25
8.5	67,0	37,0	21,25	21,4	12,3	9,83
9.0	71,0	39,1	22,5	22,6	13,0	10,4
9.5	75,0	41,3	23,75	23,9	13,7	11,0
10.0	78,5	43,5	25,0	25,1	14,5	11,6

Для мощностей от 0,1 до 1кВт значение силы тока следует умножать на 0,1, а для мощностей от 10 до 100кВт - на 10.

Энергосбережение при использовании воздушных завес

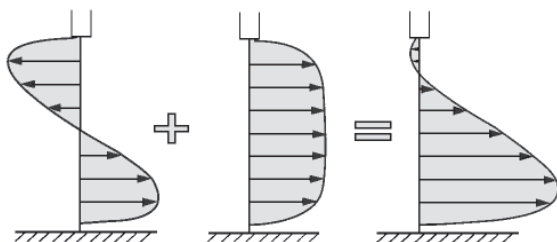
На диаграмме показаны потери тепла через двери или ворота, незащищенные воздушной завесой

Исходные данные: Большое помещение
 Среднегодовая температура 6,5°C
 Средняя скорость ветра v_{10} 4м/сек
 Продолжительность открытий 1 час/день

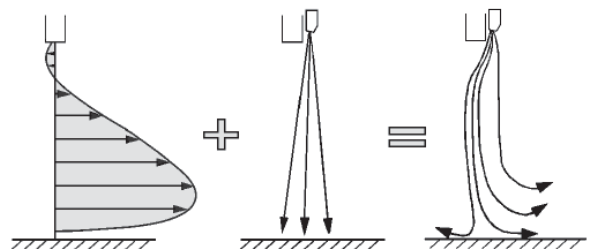


Имеются несколько факторов, определяющих массообмен и потери энергии через открытый проем. Наиболее важными являются размер проема, частота и продолжительность открытий и нагрузка на проем, включающая в себя разность давлений и

температур и ветровую составляющую. Воздушная завеса позволяет значительно снизить потери тепла. Энергосбережение зависит от размеров проема. На следующей странице приводится пример расчета для заданных условий.



Нагрузка на проем складывается из термальной разности давлений и ветровой нагрузки.



Воздушный поток от завесы успешно противостоит внешней нагрузке.

Оценка энергосбережения

Высота ворот	5	м
Ширина ворот	4	м
Рабочих дней в неделю	5	
Продолжительность открытия в сутки	1	1 час/24
Продолжительность каждого открытия	5	5мин
Заданная температура внутри помещения	18	°C
Заданная температура снаружи помещения	-18	°C
Среднегодовая температура	5	°C
Скорость ветра	4	м/сек
Объем помещения	6400	м ³

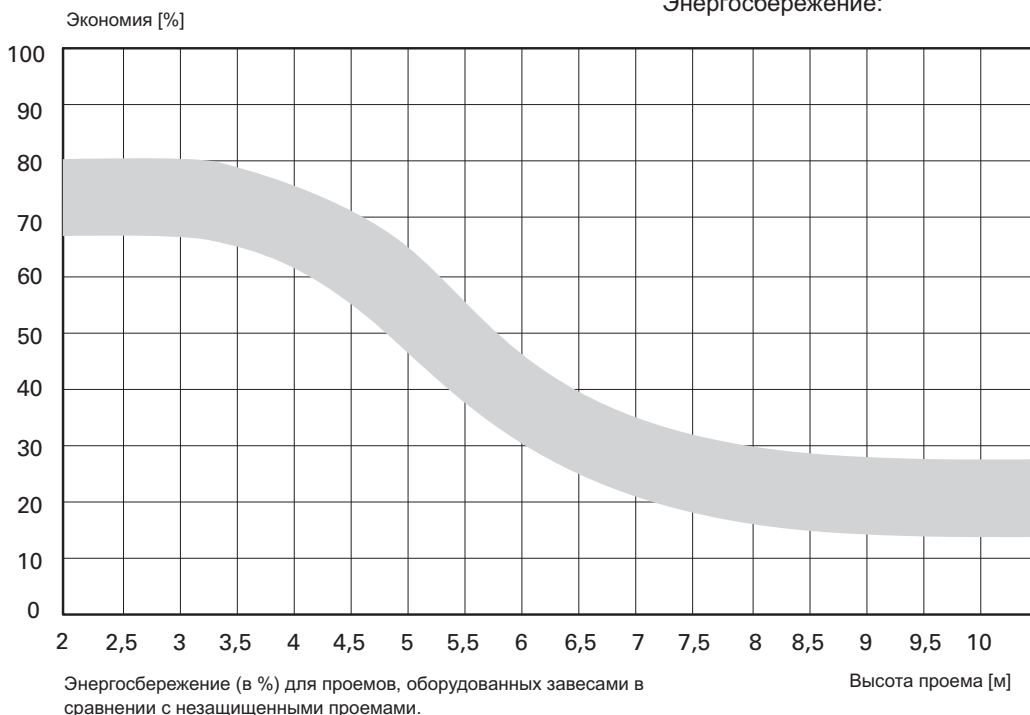
Сравним потери энергии через открытый незащищенный проем, с тем же проемом, но оборудованным воздушной завесой. Следует отметить, что точный расчет энергосбережения проблематичен из-за большого количества изменяющихся во времени внешних факторов, поэтому для оценки энергосбережения предлагаем воспользоваться диаграммой, которая построена по результатам обработки статистических данных энергопотребления на реальных объектах.

По диаграмме на предыдущей странице для ворот заданного размера мы рассчитываем величину потерь (МВт час/год). По нижней диаграмме определяем % снижения потерь для заданной высоты установки. Он составляет 65%.

Тепловые потери через незащищенный проем: 69 МВт час/год

Тепловые потери через проем, оборудованный завесой: 24 МВт час/год

Энергосбережение: 45 МВт час/год



Помощь специалистов Friso

Если вы сомневаетесь в правильности выбора воздушной завесы или ваша установка имеет какие-то специфические особенности мы всегда рады вам помочь. Для оптимального решения нам понадобится следующая информация:

- Размеры/назначение/количество проемов (окно, двери, ворота)
- Наличие шлюзуемого тамбура и суммарное время открываний

- Предполагаемый метод установки: горизонтально/вертикально
- Тип завесы: без нагрева, электронагрев, горячая вода
- Внутренняя и наружная температура
- Расположение проема: север, восток, юг, запад
- Наличие некомпенсированной вытяжной вентиляции

В чем причина теплопотерь и сквозняков?

Двери и ворота в зимний период становятся основным источником потерь тепла. Интенсивность перетечек воздуха через открытый проем будет определяться величиной разности давлений внутри и снаружи помещения.

Расход воздуха через открытый проем зависит от следующих основных факторов:

- Разности давлений снаружи и внутри
- Разности температур (плотностей воздуха)
- Скорости и направления ветра

Предположим, что имеет место, по крайней мере, один из этих факторов. В этом случае перемещение воздуха через открытый проем будет происходить до тех пор, пока не уравнивается давление и температура по обе стороны проема. В обогреваемых помещениях холодный, более плотный воздух будет выдавливать теплый через неплотности в верхней части помещения. Свой вклад в нагрузку на проем внесет и ветровая составляющая.

Поток воздуха из-за разности давлений

Для нормального функционирования воздушной завесы важно, чтобы не было большой разности давлений внутри и снаружи здания. Для уменьшения нагрузки на проем и, соответственно, перетечек воздуха, необходимо принять меры по балансировке работы системы вентиляции.

Обычно системы вентиляции отлаживаются по принципу «нулевого» давления, когда на момент проведения пусконаладочных работ достигается равенство давлений. Однако, в процессе эксплуатации меняются давление, температура, влажность воздуха, направление и сила ветра и в результате равенство давлений все равно нарушается. Для российских условий чаще приходится сталкиваться, когда снаружи избыточное давление, таким образом, нагрузка на проем увеличивается.

Воздушные завесы способны справиться с перепадом давлений до 5 Па, поэтому следует отдавать себе отчет, что воздушная завеса сама по себе не всегда сможет решить проблему перетечек. Особенно остро эта проблема возникает в зданиях большого объема и высотности, там, где на внешние факторы накладываются особенности архитектуры и взаимного расположения зданий.

В этих случаях решение может дать только комплекс мер, включающий в себя балансировку вентиляции с возможностью создания локальных подпоров в зоне входов, архитектурное оформление входных групп в соответствии с климатическими особенностями, установка воздушных завес с параметрами, гарантирующими компенсацию термальной разности давлений.

Расход воздуха через проем из-за разности давлений, Q_p , рассчитывается по формуле:

$$Q_p = W \cdot H \cdot \sqrt{\frac{\Delta P \cdot 2}{\rho}} \cdot 0,8 \quad [1]$$

($\Delta P \leq 5 \text{ Pa}$)

где: W = Ширина проема [м]
 H = Высота проема [м]
 ΔP = Разность давлений
 ρ = Плотность воздуха

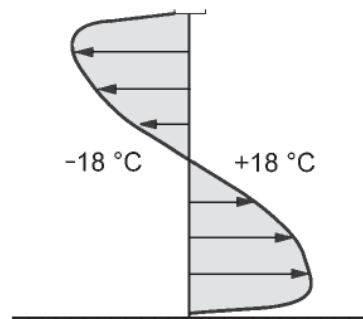
Поток воздуха из-за разности температур

Теплый воздух внутри помещения имеет меньшую плотность и, стало быть легче, чем холодный воздух снаружи. Разность плотностей подразумевает разность давлений и это становится причиной перетечек воздуха при каждом открытии дверей. Холодный воздух проникает в помещение через нижнюю часть проема, вытесняя теплый воздух через его верхнюю часть. Интенсивность потока воздуха пропорциональна разности температур. Если известны температуры воздуха внутри и снаружи, то можно найти их плотность и определить расход воздуха через открытый проем.

Расход воздуха через проем из-за разности температур, Q_T , рассчитывается по формуле:

$$Q_T = \frac{W}{3} \cdot H^{1.5} \cdot \mu_0 \cdot \sqrt{g \cdot \frac{\Delta \rho}{\rho_m}} \quad [2]$$

где: W = Ширина проема [м]
 H = Высота проема [м]
 μ_0 = Коэффициент расхода (0.1-1.0)
 g = Ускорение свободного падения (9.81 м/сек²)
 $\Delta \rho$ = Разность плотностей теплого/холодного воздуха
 ρ_m = Средняя плотность воздуха



Поток воздуха из-за разности температур

Ветровая нагрузка

Если ветер дует в направлении двери, то при ее открытии он будет проникать в помещение, распределяясь по всему сечению проема. Следовательно, величина расхода воздуха пропорциональна скорости ветра под углом к проему. (Через какое-то время в помещении создается такое избыточное давление, что расход воздуха будет ограничиваться протечками через щели и неплотности в здании). Скорость ветра в 3 м/сек эквивалентна перепаду давления в 5 Па.

Расход воздуха через проем в результате воздействия ветровой нагрузки Q_v рассчитывается по формуле:

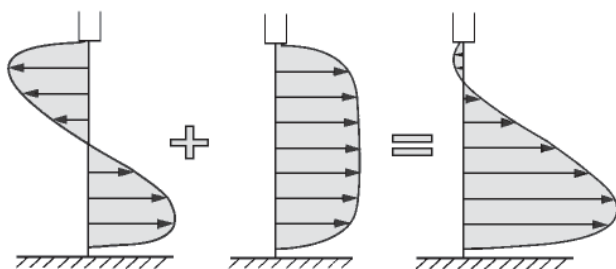
$$Q_v = W \cdot H \cdot \frac{v_{10}}{2} \cdot 0,25 \times L \quad [3]$$

- где:
- W = Ширина проема [м]
 - H = Высота проема [м]
 - v_{10} = средняя скорость на высоте 10м
 - 0,25 = фактор направленности 0,25
 - L = Положение; 1= нормальное, >1 с подветренной стороны

Суммарный воздушный поток

Суммарный поток воздуха через открытый проем представляет собой сумму расходов, образующихся вследствие разности давлений, температур и воздействия ветра.

$$Q_{tot} = Q_T + Q_v + Q_p \quad [4]$$



Суммарный воздушный поток

Выводы и рекомендации

- Разряжение в помещении будет существенно снижать эффективность работы воздушной завесы. Не следует ожидать, что она сможет справиться с нагрузкой вследствие несбалансированной работы системы вентиляции. Необходимо принять меры по нормализации ее работы.
- Если проем располагается с наветренной стороны, то напор ветра будет негативно влиять на работу завесы. В зависимости от конкретных условий завеса может противостоять скорости потока до 3м/сек. Для входов ориентированных на север мы рекомендовали бы выбирать модели с большей тепловой составляющей. Для жестких климатических условий, к которым могут быть отнесены и российские, следует применять конструкцию входных групп с повышенным шлюзующим эффектом (двойные тамбура, вращающиеся двери).
- В большинстве случаев, когда завесы используются для защиты помещений от проникновения холода, они устанавливаются с внутренней стороны проема. Если же завесы применяются для изоляции охлажденных или кондиционируемых объемов, они устанавливаются с «теплой» стороны.
- Для обеспечения максимального эффекта завеса должна располагаться как можно ближе к краю проема и перекрывать всю его ширину.
- Направление и скорость воздушного потока должны выбираться в соответствии с конкретными условиями. Напор холодного воздуха будет стремиться развернуть воздушную струю завесы внутрь помещения, поэтому воздушный поток должен быть направлен под углом в сторону улицы, а его скорость должна быть достаточна для перекрытия проема по всей его высоте (ширине).